



Betekenis van schimmels, geef het door!

36^e NIBI conferentie VO, 11 november 2022

Aldert Gutter

Nederlandse Mycologische Vereniging (NMV)



Universiteit Utrecht: UBV-Mycologiecursus



Biologie in het Werkveld

www.allesoverpaddenstoelen.nl

aldert@allesoverpaddenstoelen.nl

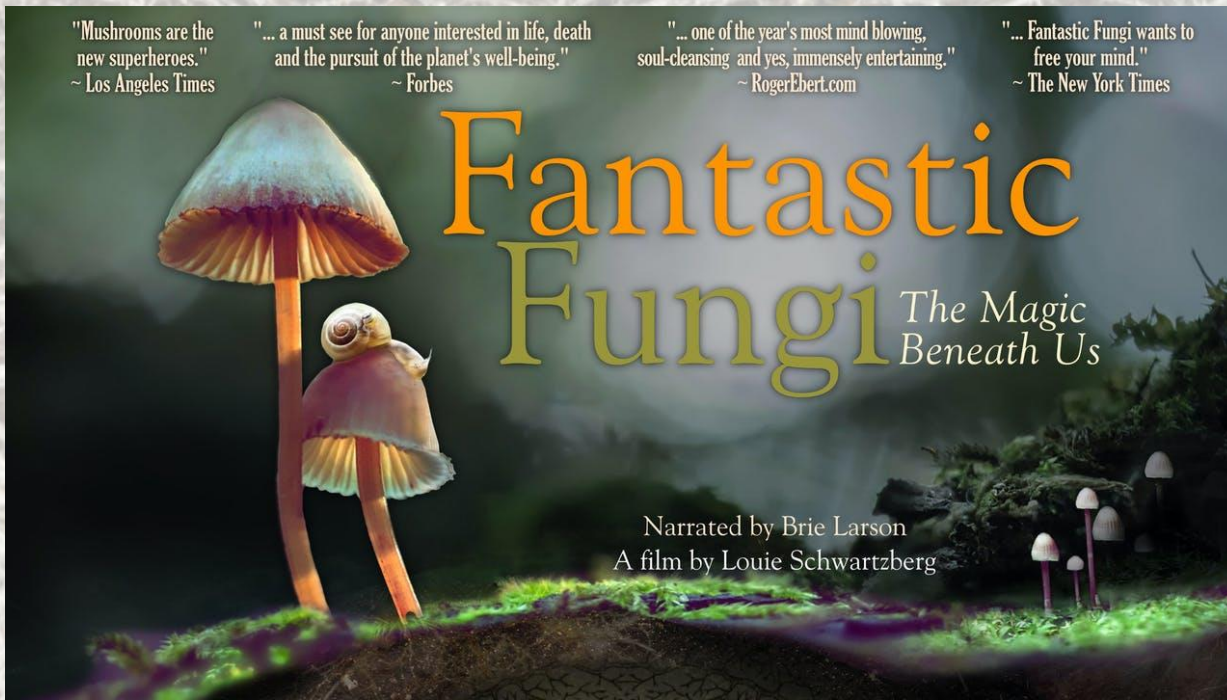


Universiteit Utrecht



In de herfst van 1963 werd de interesse voor paddenstoelen gewekt...

foto: Bert Gutter

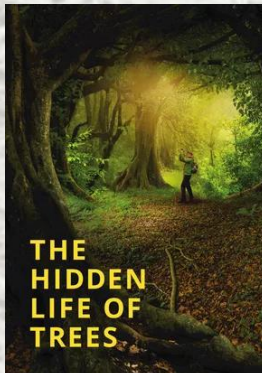


Merlin Sheldrake, 2020.
Verweven leven. De verborgen wereld van schimmels.

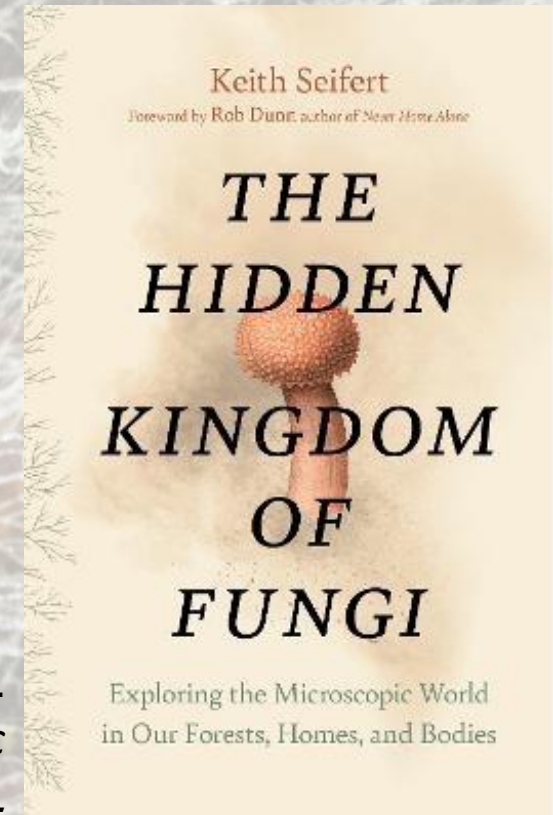
Sheldrake ontving op 10 november de Groeneveldprijs, die ingesteld voor mensen die een bijdrage leveren aan onze kennis over de biodiversiteit.

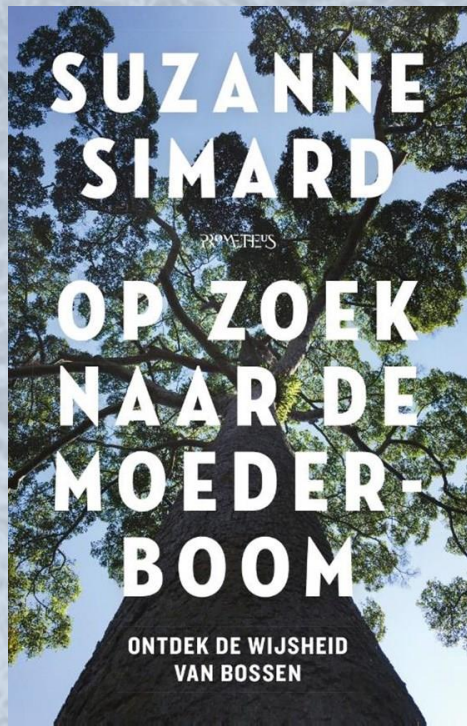


Peter Wohlleben, 2018.
Het verborgen leven van bomen. Wat ze voelen, hoe ze communiceren - ontdekkingen uit een onbekende wereld.
Als film uitgebracht in 2020.



Keith Seifert, 2022.
The Hidden Kingdom of Fungi. Exploring the Microscopic World in Our Forests, Homes, and Bodies.





Suzanne Simard, 2021.
*Op zoek naar de moederboom.
Ontdek de wijsheid van bossen.*

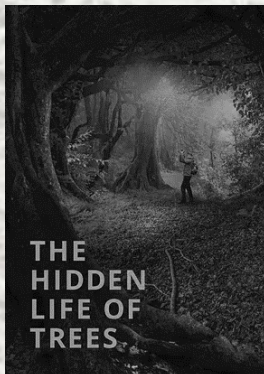
Op haar allereerste publicatie in *Nature* (1997) is de term [Wood-Wide Web](#) geënt.



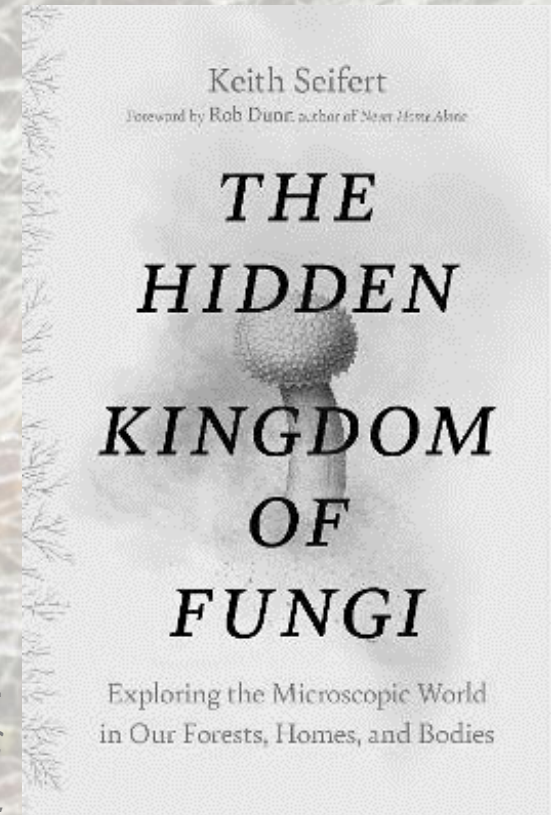
Merlin Sheldrake, 2020.
Verweven leven. De verborgen wereld van schimmels.



Peter Wohlleben, 2018.
*Het verborgen leven van bomen.
Wat ze voelen, hoe ze communiceren -
ontdekkingen uit een onbekende wereld.*



Als film uitgebracht in 2020.

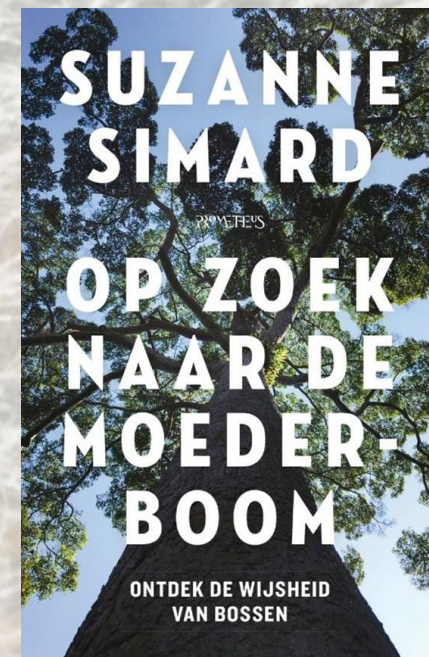


Keith Seifert, 2022.
The Hidden Kingdom of Fungi. Exploring the Microscopic World in Our Forests, Homes, and Bodies.

Er bestaan vier typen mycorrhiza, elk apart geëvolueerd...



ectomycorrhiza, foto: Aldert Gutter (2011)



fauna flora funga[®]

We envision a healthy planet in which fungi are recognized as crucial interconnectors of nature. However, they represent a meagre 0.2 % of our global conservation priorities.

[Learn More About The Initiative](#)

This initiative is sponsored by

FFungi

CLX CLIMATE LITIGATION ACCELERATOR

CHR&GJ
Center for Human Rights and Global Justice
New York University School of Law

<https://www.fauflorafunga.org/>

>1250 ondertekenaars, w.o. Jane Goodall, Peter Gabriel, David Hawksworth, ...
(2021)

Het ecologisch en klimatologisch belang van schimmels:

- In alle ecosystemen op aarde nemen schimmels een **sleutelpositie** in;
- 90% van alle planten hebben mycorrhizae (470 m.jg zorgden mycorrhiza-schimmels ervoor dat planten op het land konden gaan groeien, zij hebben zo de **evolutie** van de landplanten gestuurd;
- 100% van alle 60.000 orchideeënsoorten zijn afhankelijk van schimmels;
- In 100% van alle planten leven één of meerdere schimmels als endofyten;
- 600 m.jg koloniseerden de korstmossen als eerste het land en ontgonnen dankzij chemische uitscheidingsproducten de gesteenten;
- 6% van het landoppervlak wordt nog steeds bedekt door korstmossen;
- Schimmels werken niet alleen als opruimers, maar ook als ontginners, ondersteuners, beschermers en leveranciers en zij geven bovendien vorm aan een uitgebreid communicatienetwerk;
- Schimmels zijn **regenmakers**: de fysiologie en megamassa van schimmelsporen stimuleren regenvorming;
- Gezonde ecosystemen slaan dankzij schimmelnetwerken enorme hoeveelheden **CO₂** in de bodem op.



Ectomycorrhiza in barnsteen (Eoceen)



Mycorrhizal networks make up

25-50%

of the living biomass of soils.

SEQUESTER

Mycorrhizal fungi create complex networks that move carbon from plant roots into the soil. Healthy fungal networks can help us control rising CO₂ levels because carbon that enters the soil from fungal networks has a longer residence time compared to other carbon sources, like leaves.

Het **belang** en de **impact** van enkele schimmels: **Kwastschimmels** als voorbeeld...



(bron: *Pharmacuetical Journal*)

Voedingsmiddelenindustrie: citroenzuur (E330)
(*Aspergillus niger*)

Levensmiddelen: vitamine C en bacteriewerende stoffen
(*theomycine*, *aspergillinezuur* en *kojinezuur*) in sojasaus,
miso, sake en meer (*Aspergillus oryzae*)

Afbraak van polyester (*Aspergillus tubingensis*)

Voedselaantasting: (met dodelijke impact!)
alfatoxine in pinda's/pindakaas: (o.a. *Aspergillus flavus*)
op kiemend graan in veevoer: (*Aspergillus clavatus*)

Pathogeen bij vogels en zoogdieren, ook de mens: (ernstige zenuwaandoeningen
en altijd dodelijke afloop: verscheidene *mycotoxinen* (o.a. *Aspergillus fumigatus*);
in Afrika een belangrijke doodsoorzaak bij longontsteking van AIDS-patiënten!

Azolenresistentie: dé grootste bedreiging van de komende decennia!!
(*Aspergillus* spp. en diverse andere pathogene schimmels, waaronder
Candida auris, een "ziekenhuisschimmel" én opkomende wereldwijde
bedreiging waartegen geen medicijnen bestaan)



Toepassing in de biologische akkerbouw: *Trichoderma harzianum*

... en in alle biologische teelten: *Trichoderma* spp. i.c.m. mycorrhiza

Toepassing in de wijnbouw:

Trichoderma asperellum en *T. gamsii*



Druivenblad aangetast door ESCA



Toepassing van TRIANUM voorkomt uitval door voeten
en wortelschimmels

Myceliumcomposiet



bouw- en isolatiematerialen



verpakkingsmaterialen



kleding



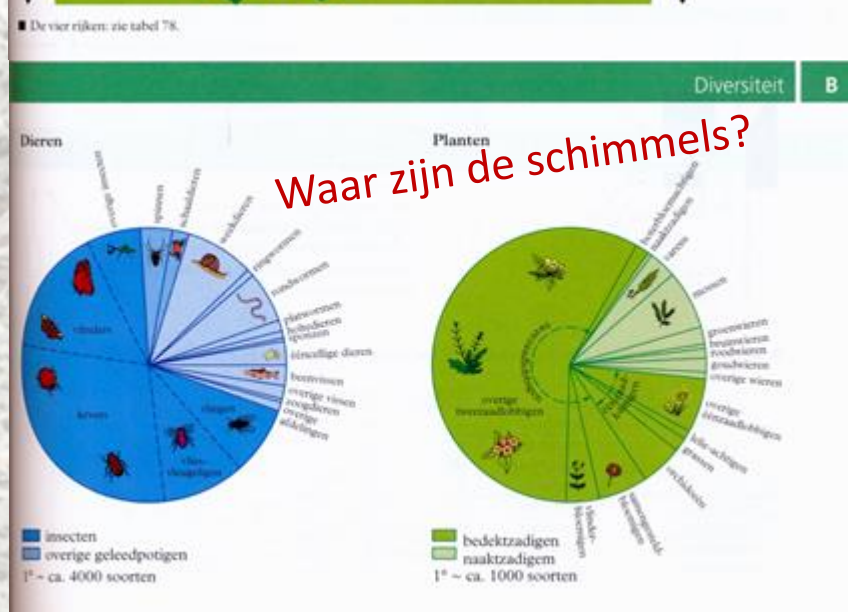
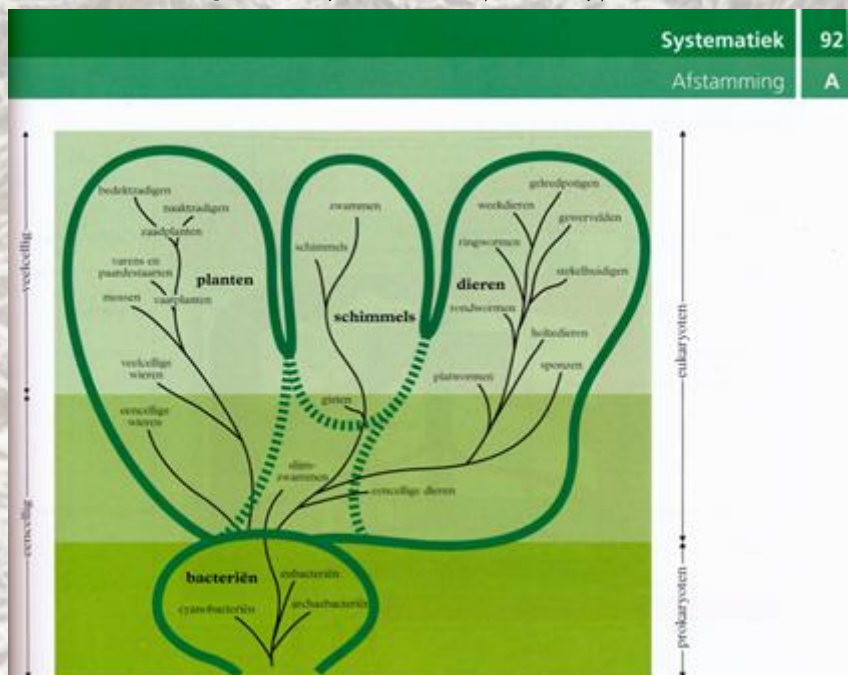
schuim

<https://www.ecovative.com/pages/mycocomposite>

Claim: in 45 dagen wordt het lijk volledig verteerd, er blijven geen giftige stoffen over.

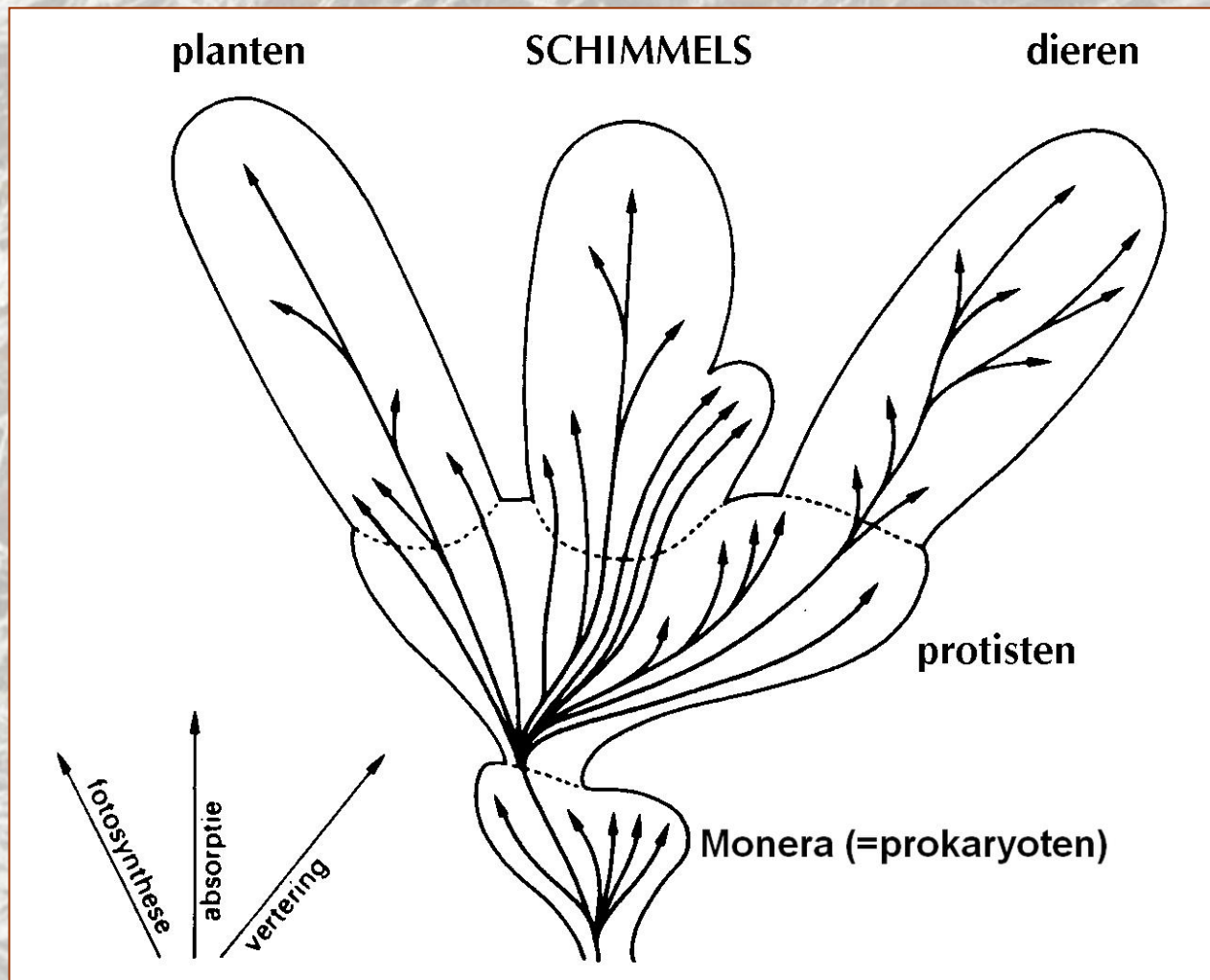


www.loop-of-life.com



NIET gewijzigd in de 7^e editie van 2022

5 rijken van Robert Whittaker (1969):

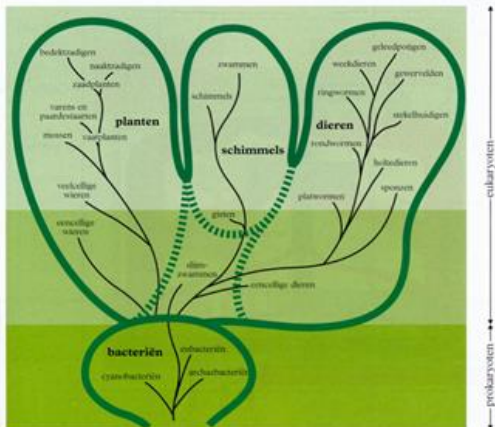


Binas havo/vwo (6^e editie, 2015), Tabel 78 (in de zojuist verschenen 7^e editie is deze tabel nog niet aangepast!):

78 De vier rijken

<i>rijk</i>	<i>voeding</i>	<i>grootte cellen</i>	<i>celkern</i>	<i>celwand</i>	<i>grote vacuole</i>
1 planten	autotroof, behalve enkele parasieten	10-100 μm	ja, eukaryoot	om elke cel	ja
2 dieren	heterotroof	10-100 μm	ja, eukaryoot	geen	nee
3 schimmels	heterotroof	10-100 μm	ja, eukaryoot	om elke cel	ja
4 bacteriën	heterotroof, sommige autotroof	1- 10 μm	nee, DNA vrij in grondplasma, prokaryoot	om elke cel	nee

Systematiek 92
Afstamming A



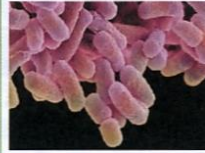
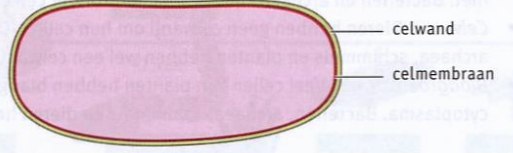
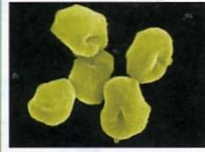
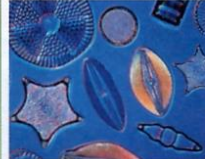
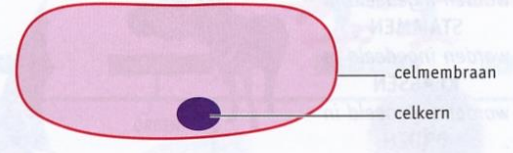

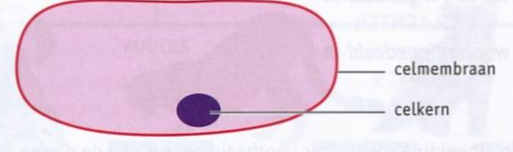

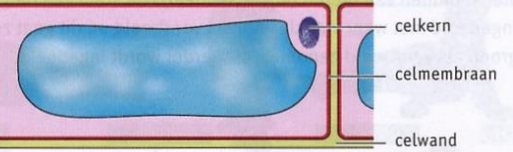

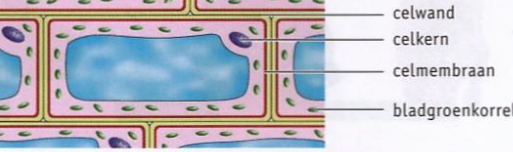

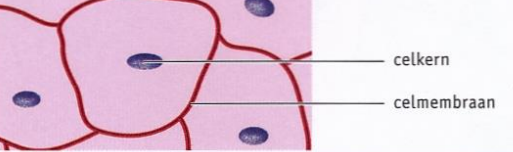
1 μm - ∞ lang
1-20 μm dik

coenocytische heterokaryote of dikaryote gesepteerde hyfen; sporen kunnen mono-, di- of polykaryoot zijn, haploïd of diploïd

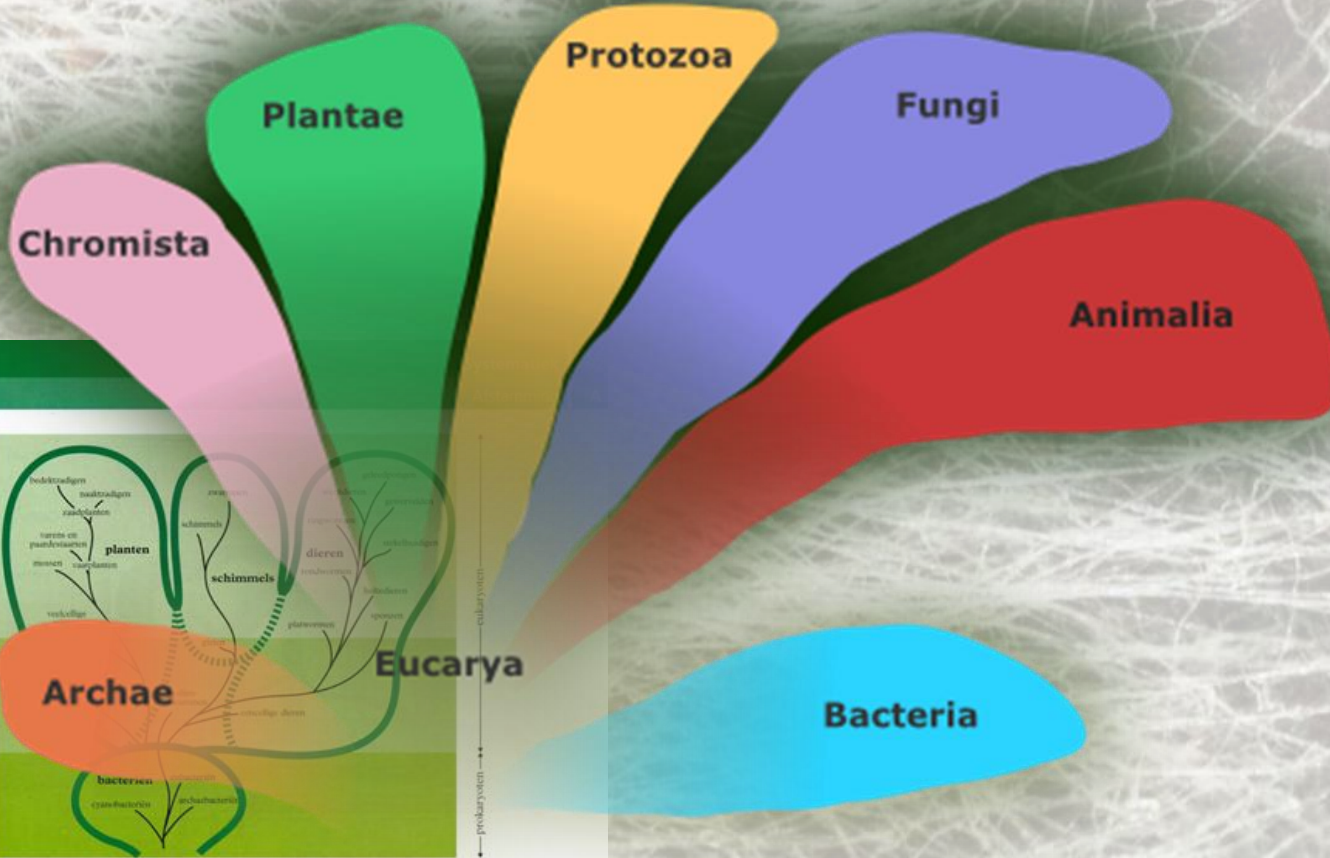
alle schimmels hebben minstens één stadium met een chitineuze celwand; geen cellen, maar buizen, soms verdeeld in elementen

er kunnen meerdere kleine of grotere vacuolen in gespecialiseerde eindhyfen zijn, niet in mycelia

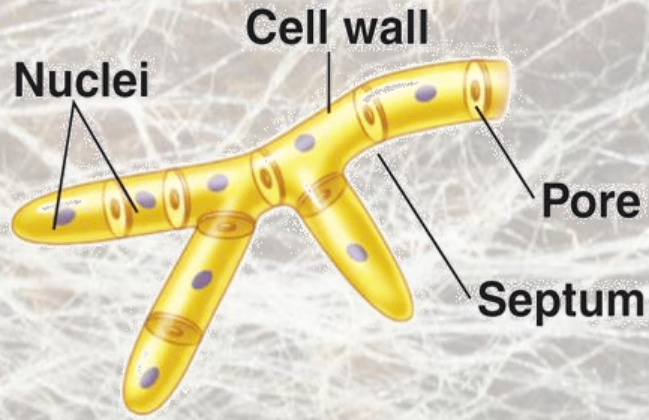
Afb. 2 Kenmerken van de zeven rijken.

HOOFDGGROEP	RIJK	CELKENMERKEN	ORGANISME
PROKARYOTEN	Bacteriën	 	eencellig
	Archaea		eencellig
EUKARYOTEN	Chromista	  <ul style="list-style-type: none"> • soms een celwand • soms bladgroenkorrels 	een- of meercellig
	Protozoa	 	eencellig
	Schimmels	 	een- of meercellig
	Planten	 	een- of meercellig
	Dieren	 	meercellig

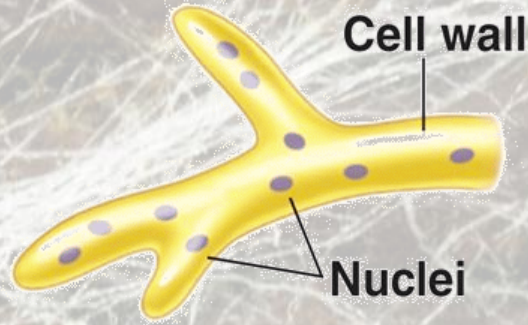
Nieuwe 'consensus': de 7 rijken van Thomas Cavalier-Smith (1998):



Schimmels bestaan niet uit cellen, maar uit *hyfen*: buisvormige structuren die vertakt en onderling verbonden kunnen zijn en duizenden kernen kunnen bevatten (b).



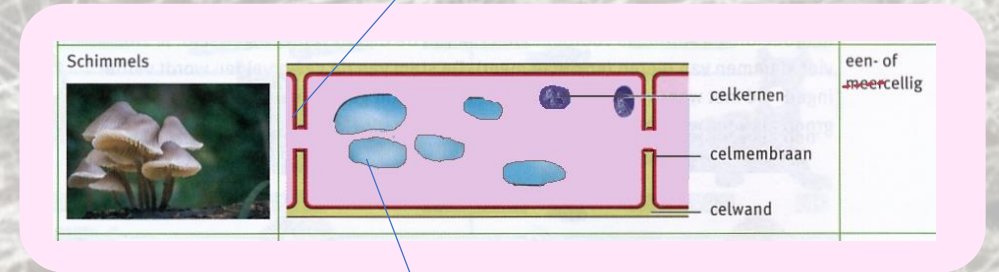
(a) Septate hypha



(b) Coenocytic hypha

Bij enkele schimmelstammen zijn de hyfen gesepteerd (a). In alle septa bevindt zich een opening t.b.v. de plasmastroom. De compartimenten kunnen één-, twee- of meerkernig zijn.

Hyfen worden ook wel zwamdraden of myceliumdraden genoemd.



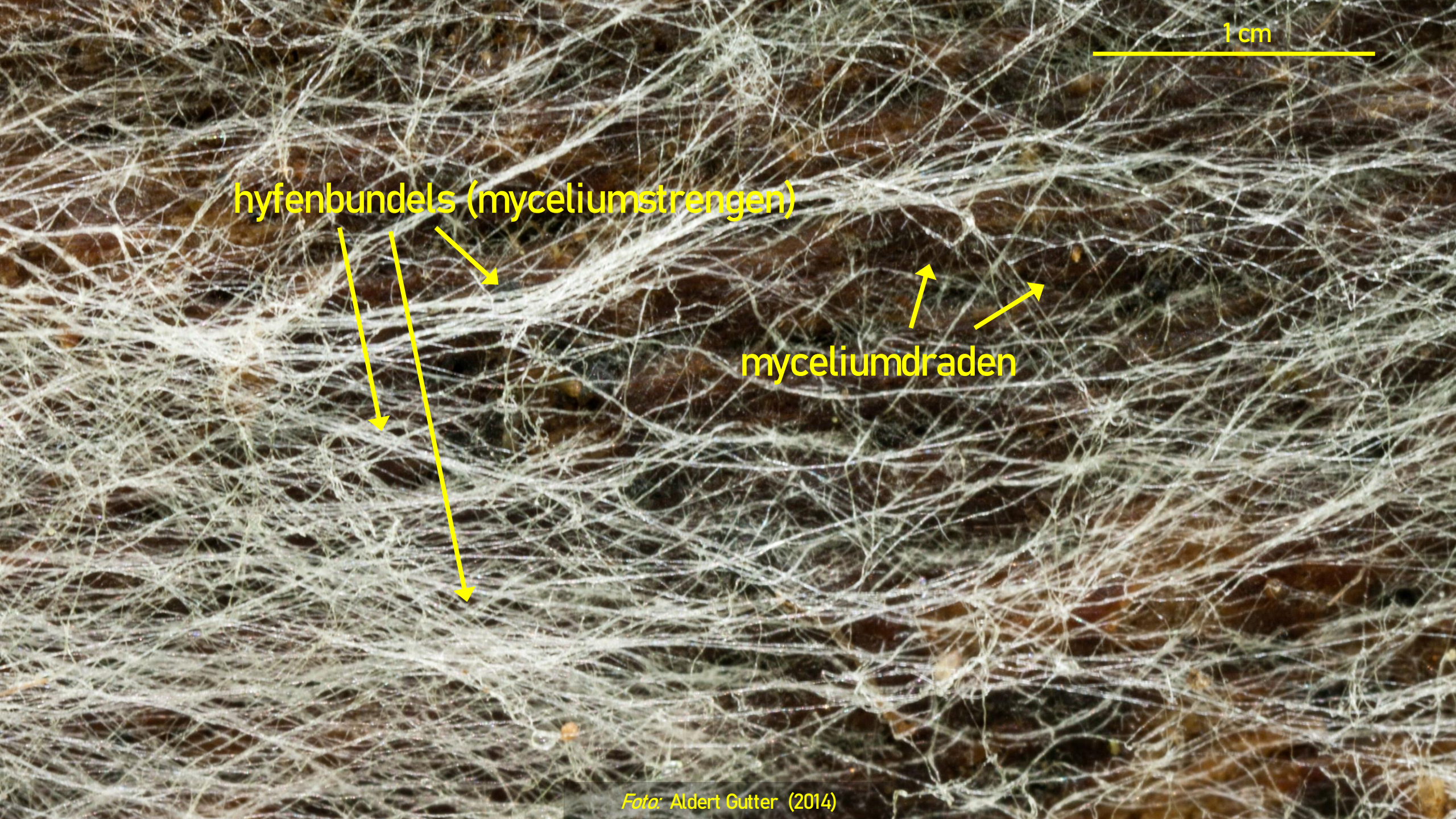
septum met opening

geen vacuolen in het hyfennetwerk, wel in gespecialiseerde eindhyfen

1 cm

hyfenbundels (myceliumstrengen)

myceliumdraden

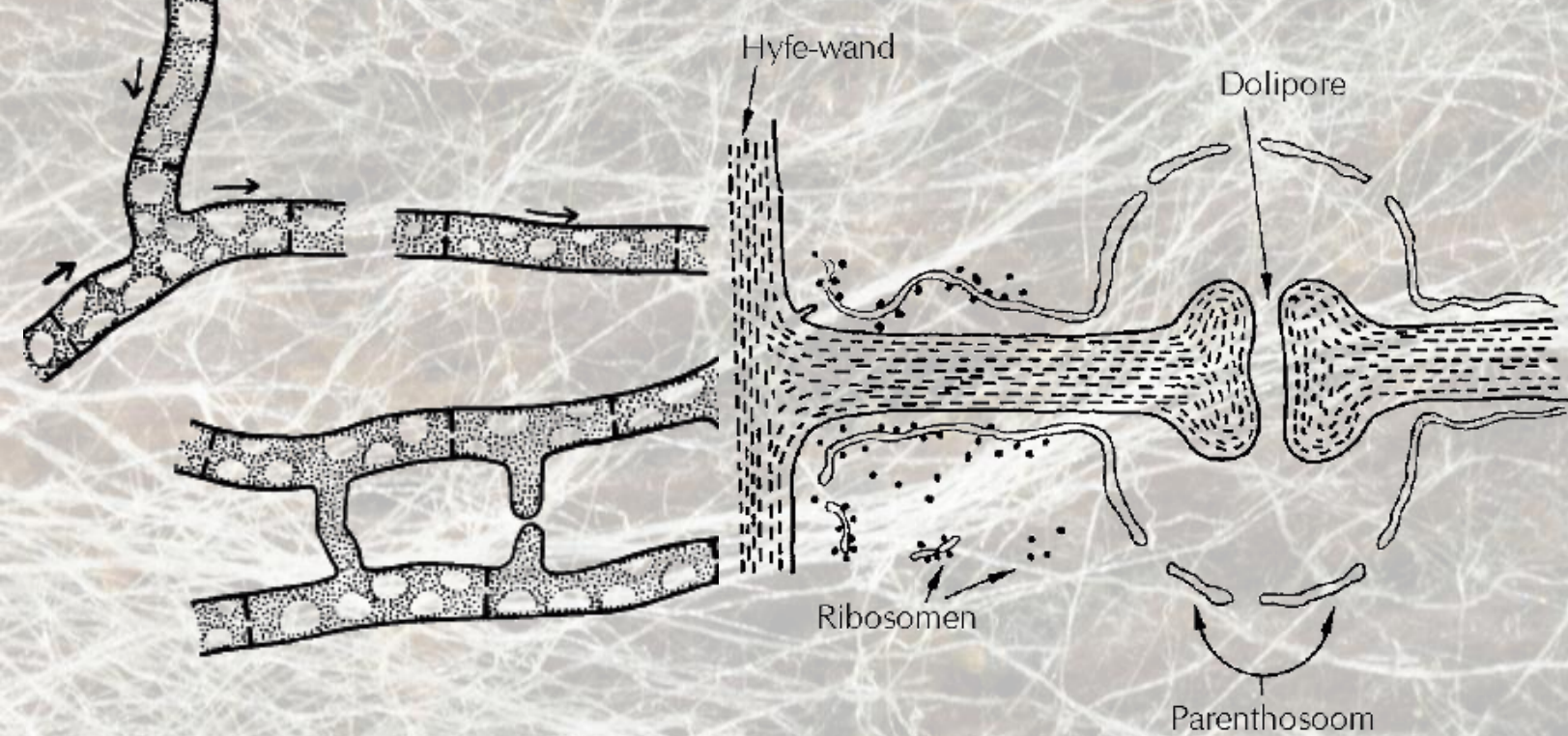


0,4 mm

1 cm

zwamdraden (hyfen)
kunnen 1-20 μm dik zijn

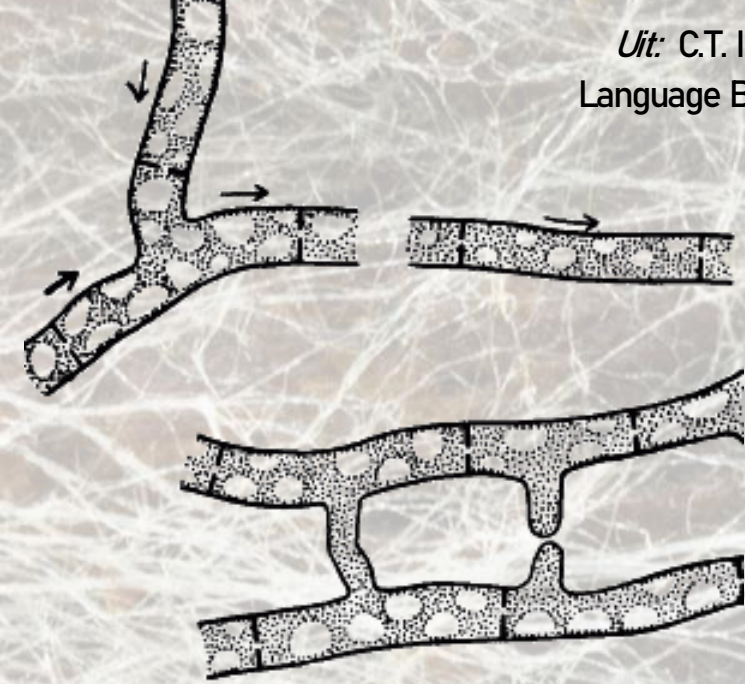
één theelepeltje grond
kan 500 m tot 10 km
myceliumdraad bevatten



In de loop van de evolutie ontwikkelden schimmels zich van eencelligheid naar **semi-meercelligheid**.

De openingen in de septa ontwikkelden zich van eenvoudig naar een **dolipore** met een **parenthosoom**, vervolgens met een eenvoudige en daarna met een steeds complexere **plug**.

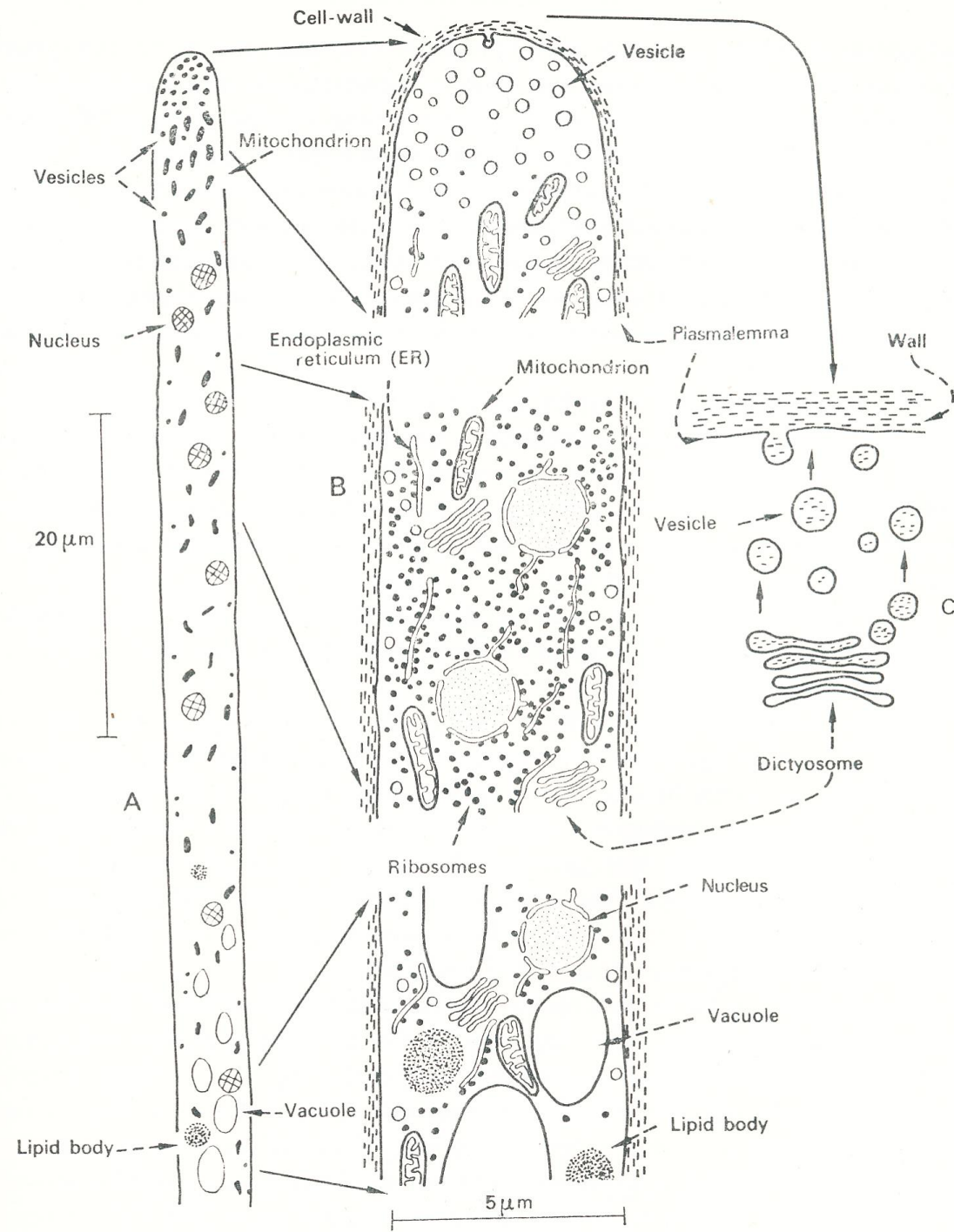
Uit: C.T. Ingold (1975). The Biology of Fungi. The English Language Book Society & Hutchinson of London, p. 17, 35.



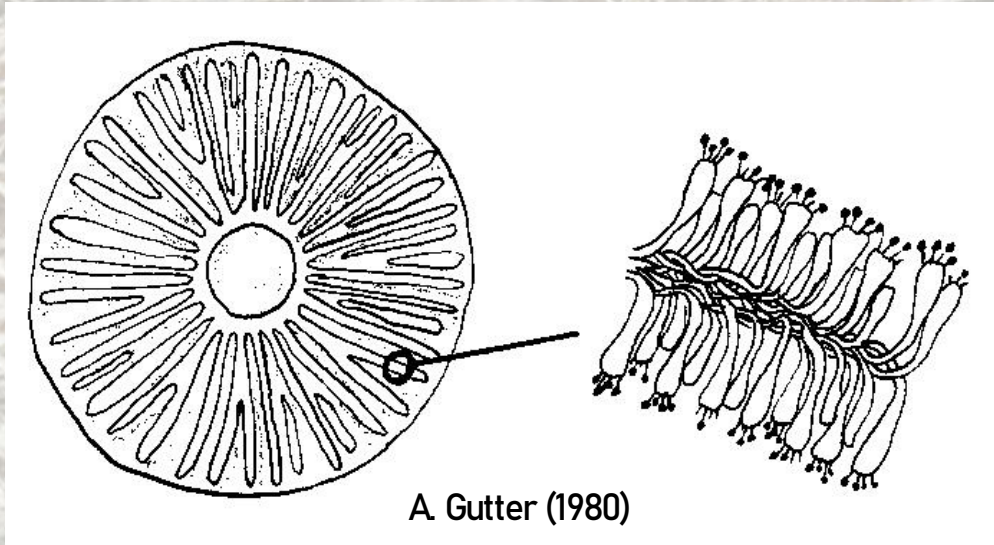
Hyfen worden langer en vertakken zich middels **uitbereiding van de plasmamembraan.**

YouTube

www.youtube.com/watch?v=FSuUQP_BBc



Geslachtelijke voortplanting bij:
 Geschubde inktzwam (*Coprinus comatus*,
 Basidiomycota)



Uit een studie van dit jaar:
 Dikaryote mycelia zijn **dominant haploïd**.

Seksebepaling bij Basidiomycota

Twee seksebepalende genloci: A en B met elk een aantal betrokken genen;

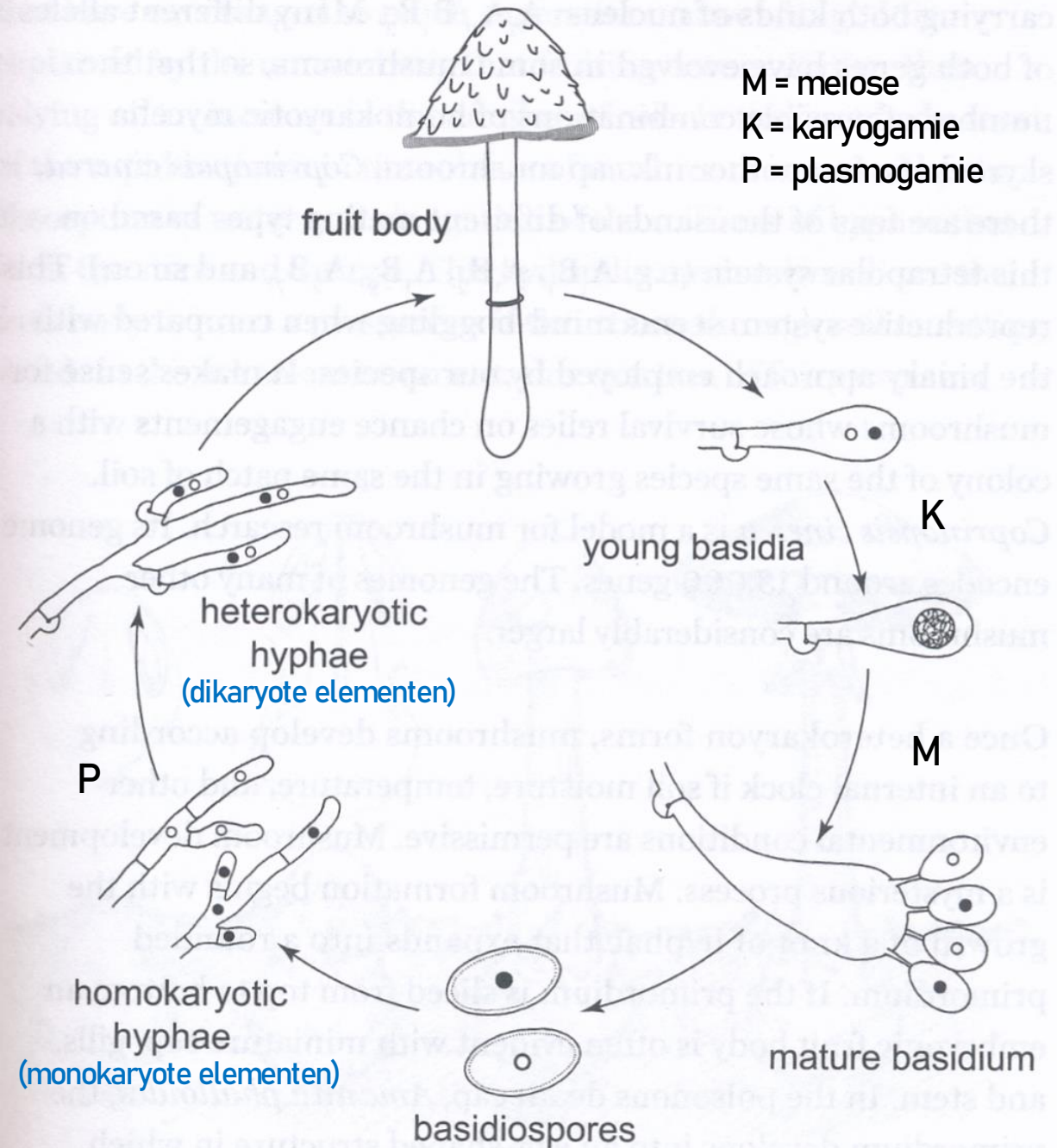
Grote variatie aan genen per locus: A¹, A², A³ enz., B¹, B², B³ enz.

Genloci in matchbare monokaryote mycelia moeten complementair zijn:

A¹B² + A²B¹ of A²B³ + A³B⁴ enz.

Diploïde kernen bevatten dan A¹A²B¹B² of A²A³B³B⁴ enz.

Naar: Nicholas P. Money (2016). *Fungi. A Very Short Introduction*. Oxford University Press, p. 45.

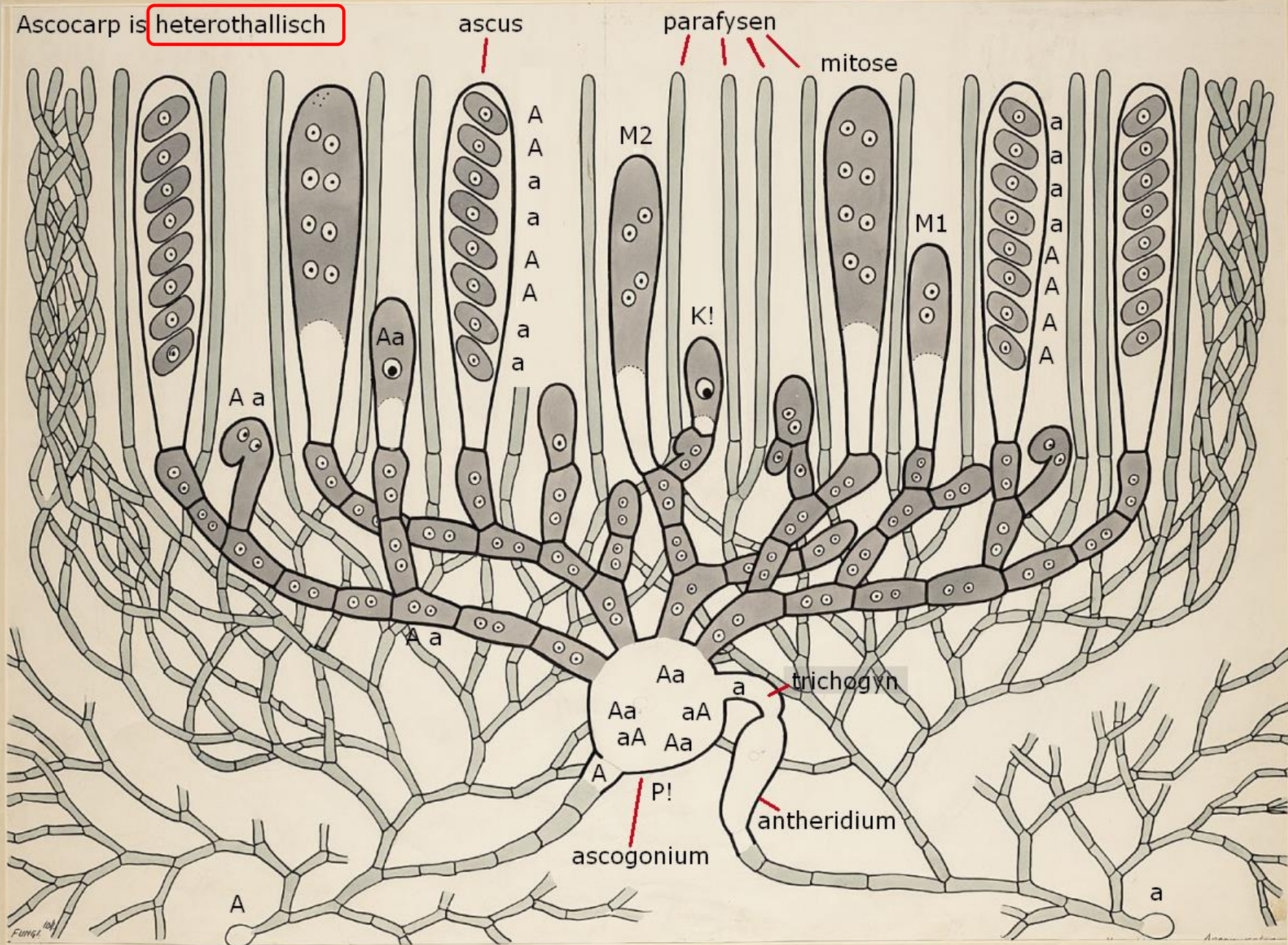


Geslachtelijke
voortplanting bij:
Bekerzwammen
(*Ascomycota*)

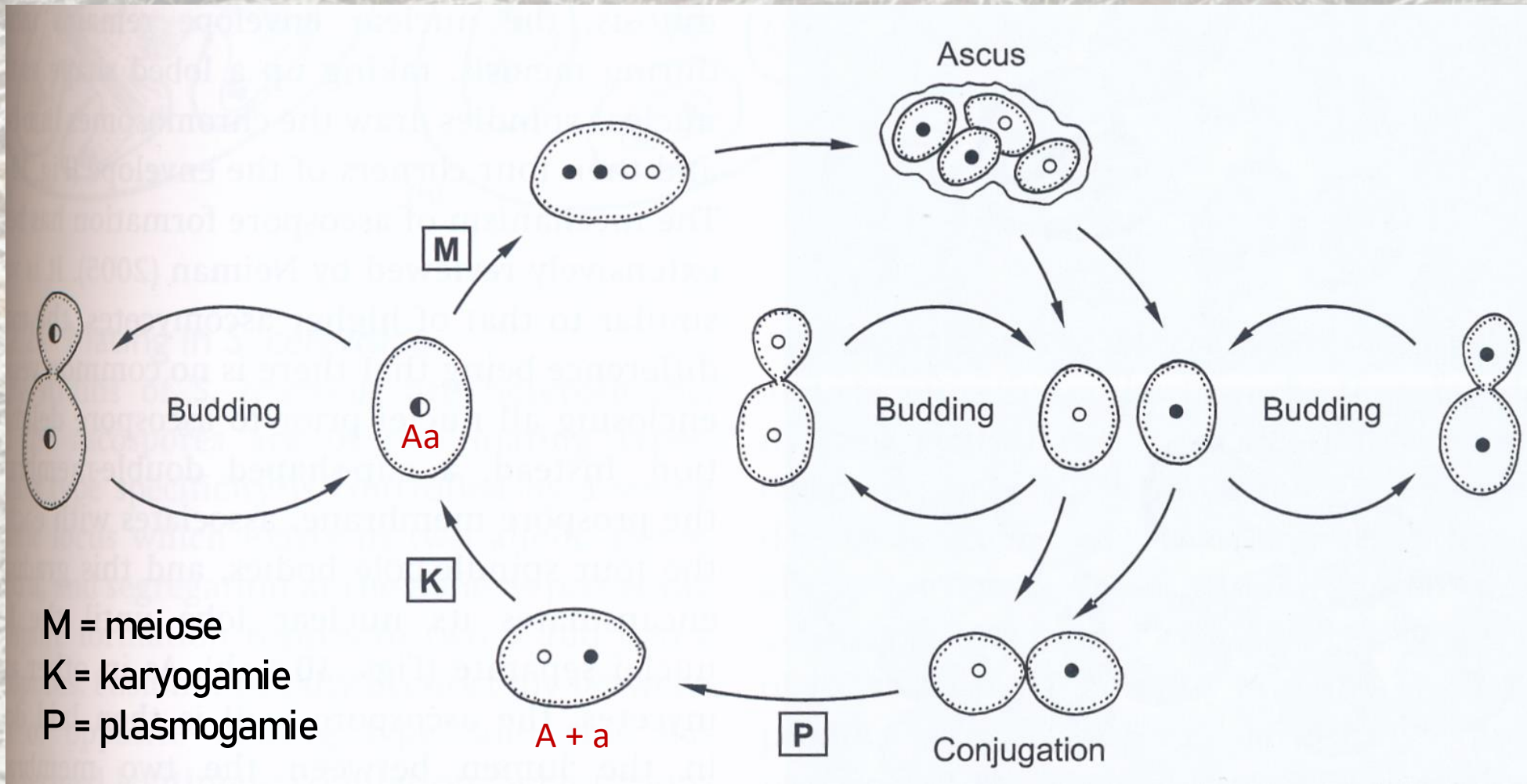


Beroete brandplekbekerzwam
(*Plicaria endocarpoides*) Foto: Aldert Gutter, 2012

Wandplaat Rijksuniversiteit Leiden
(± 1970) met toevoegingen Aldert Gutter
K! = karyogamie
M1 = meiose 1; M2 = meiose 2
P! = plasmogamie, paarvorming
complementaire kernen



Geslachtelijke en ongeslachtelijke voortplanting bij: Bakkersgist (*Saccharomyces cerevisiae*)



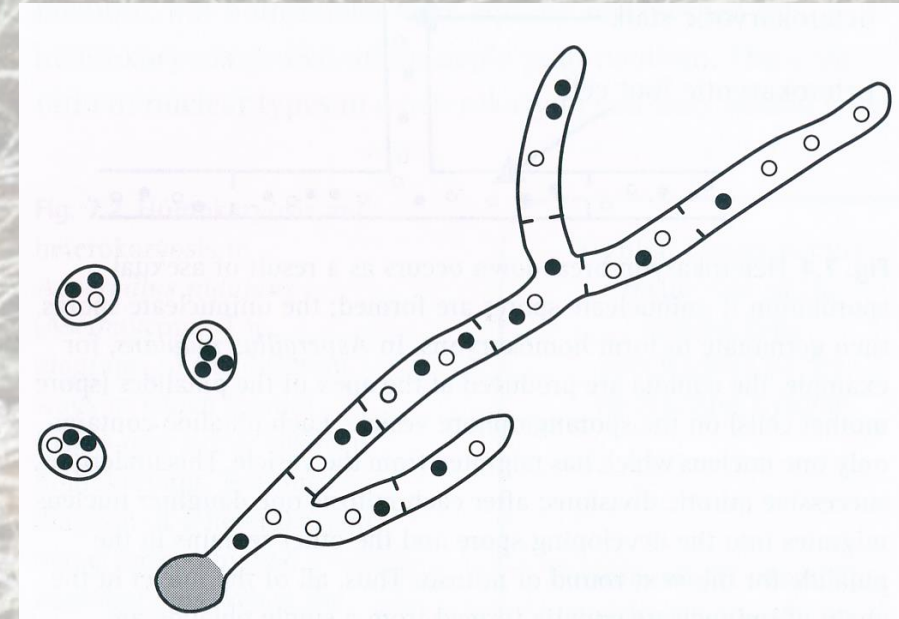
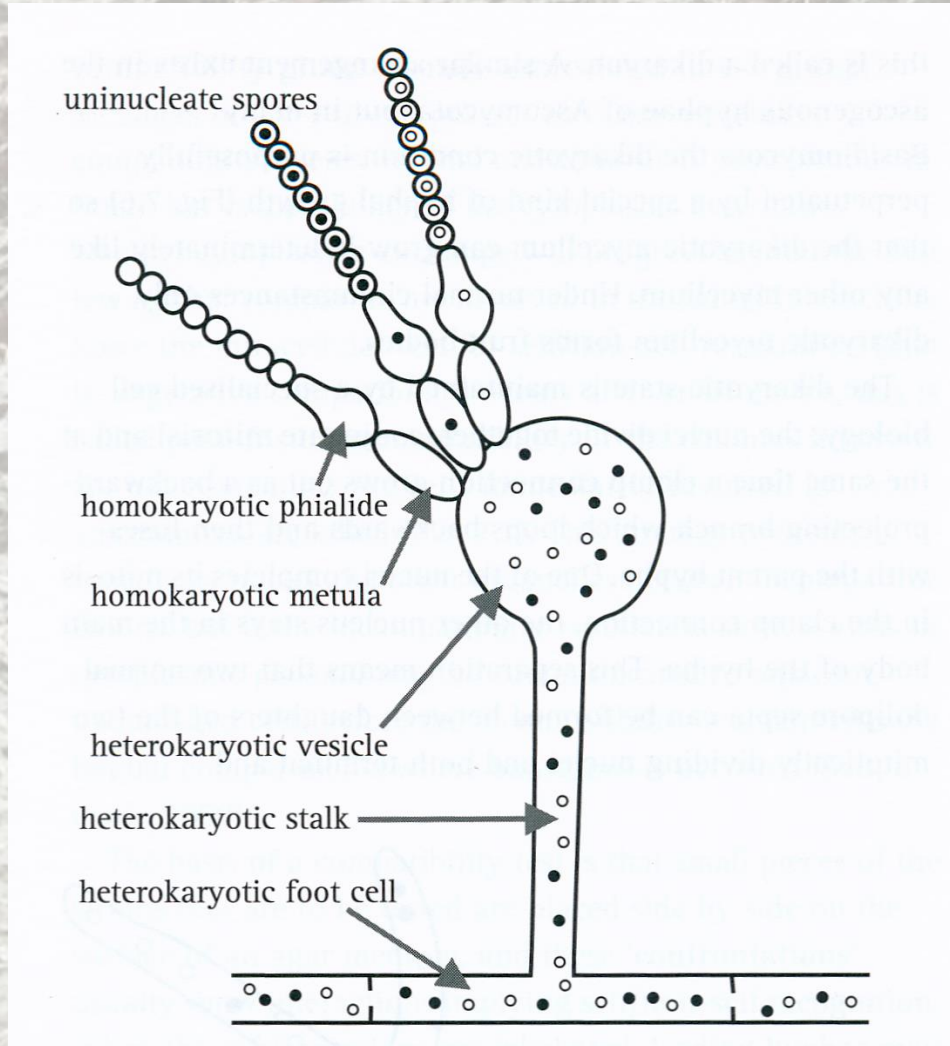
Uit: Webster, J. & R.W.S. Weber (2015). *Introduction to Fungi. Third Edition.* Cambridge University Press, p. 265.

Naar: Beckett et al., 1974 (veranderingsaanduidingen K, M en P toegevoegd door A. Gutter)

Conidiavorming bij: Kwastschimmels (*Aspergillus sp.*): (on)geslachtelijke voortplanting?



(bron: *Pharmaceutical Journal*)



Uit: Moore, D., Robson, G.D. & A.P.J. Trinci (2013). *21st Century Guidebook to Fungi*. Cambridge University Press, p. 183, 184.

TREE OF LIFE web project

Explore the Tree of Life

Browse the Site

- [Root of the Tree](#)
- [Popular Pages](#)
- [Sample Pages](#)
- [Recent Additions](#)
- [Random Page](#)
- [Treehouses](#)
- [Images, Movies,...](#)

News

Darwin 200: the celebration continues...

[read more](#)



The Tree of Life Web Project (ToL) is a collaborative effort of [biologists and nature enthusiasts](#). More than 10,000 World Wide Web pages, the project provides information about biodiversity groups of organisms, and their evolutionary history ([phylogeny](#)).

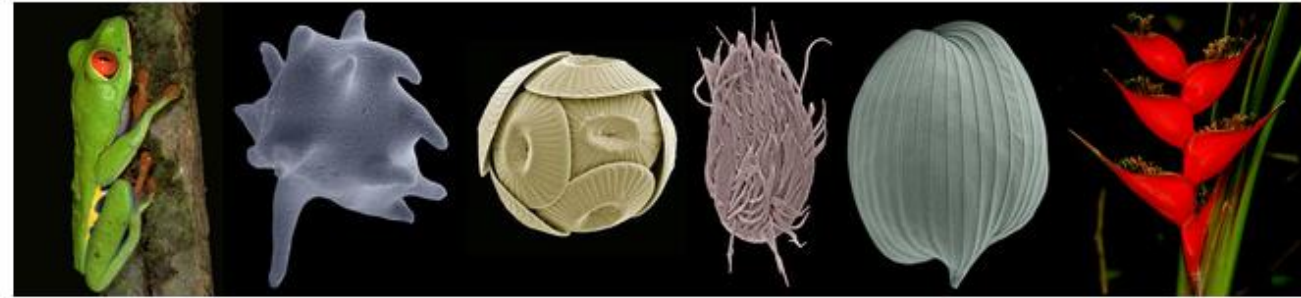
Each page contains information about a particular group, e.g., [salamanders](#), [tyrannosaurs](#), [euglenids](#), [Heliconius butterflies](#), [club fungi](#), or the [vampire squid](#). Another hierarchically, in the form of the evolutionary tree of life. Starting with the [root](#) along diverging branches to individual species, the [structure of the ToL project](#) thus shows the relationship between all living things.

[read more](#)

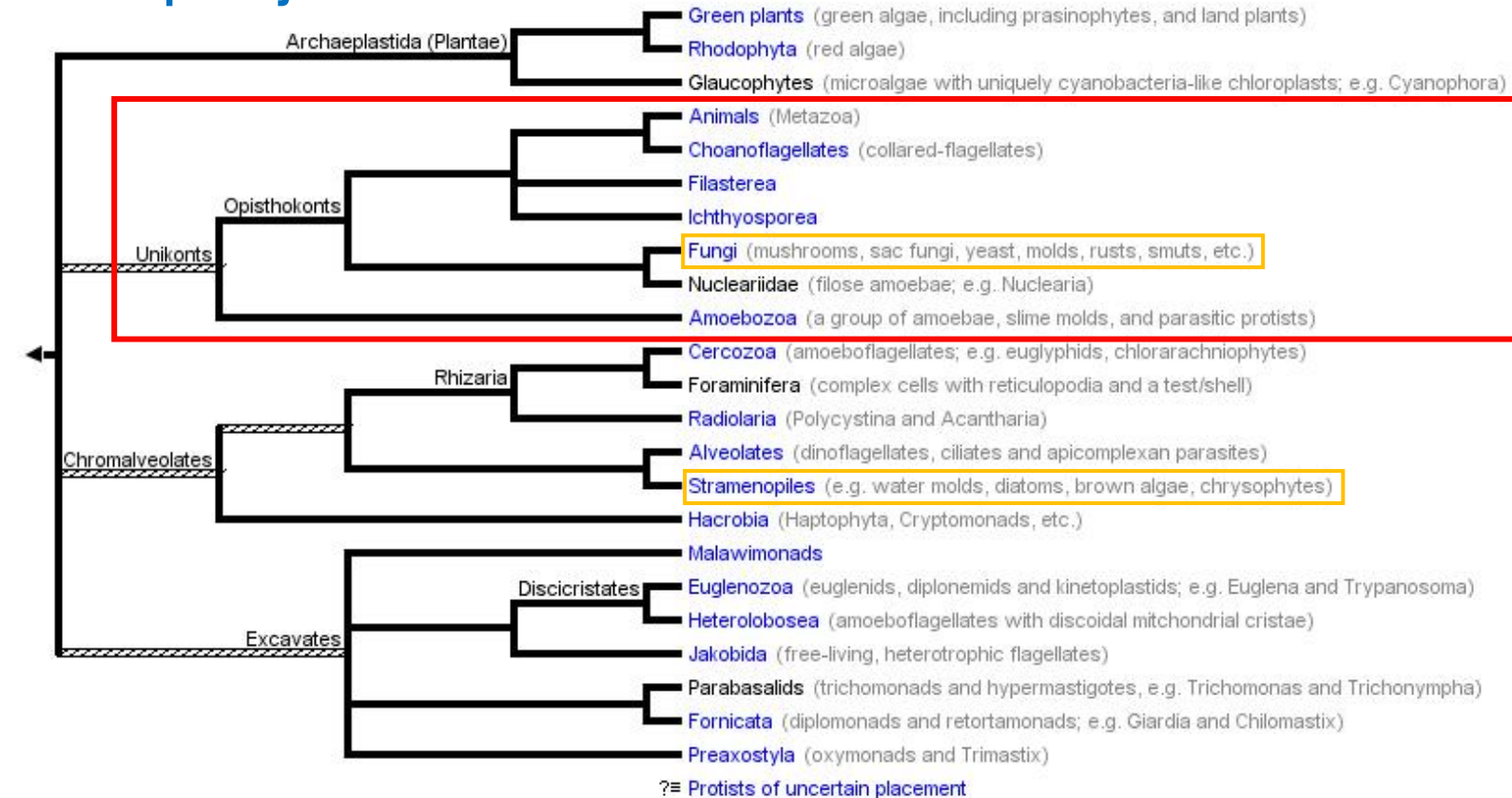
Eukaryotes

Eukaryota, Organisms with nucleated cells

[Patrick Keeling](#), [Brian S. Leander](#), and [Alastair Simpson](#)



4 superrijken:



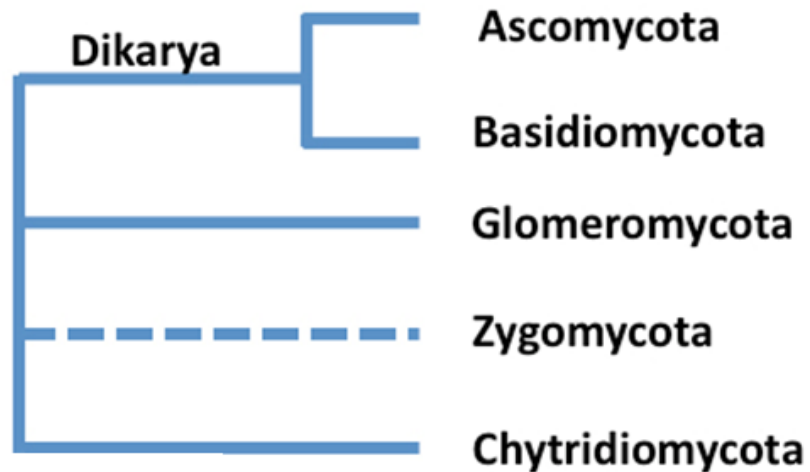
Eukaryotes

Eukaryota, Organisms with nucleated cells

Patrick Keeling, Brian S. Leander, and Alastair Simpson

<http://tolweb.org/tree/>

Fungi (5 stammen volgens Campbell, 2015)

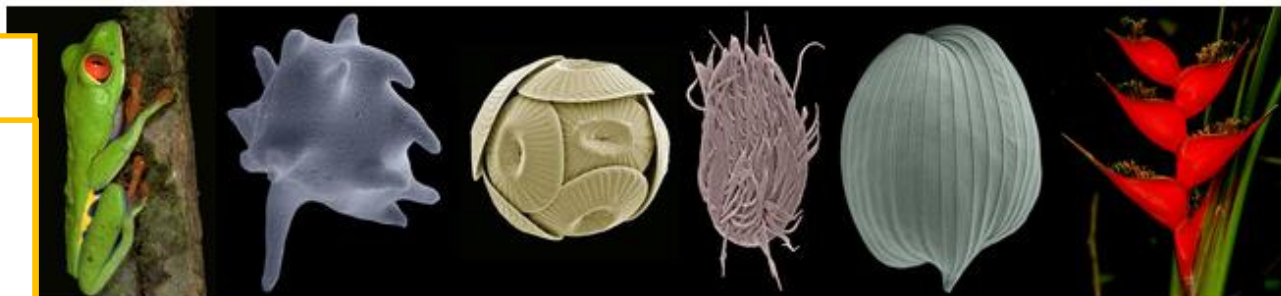


Uit: Campbell et al. (2015). *Biology. A Global Approach. Tenth Edition.* Pearson Education Ltd.

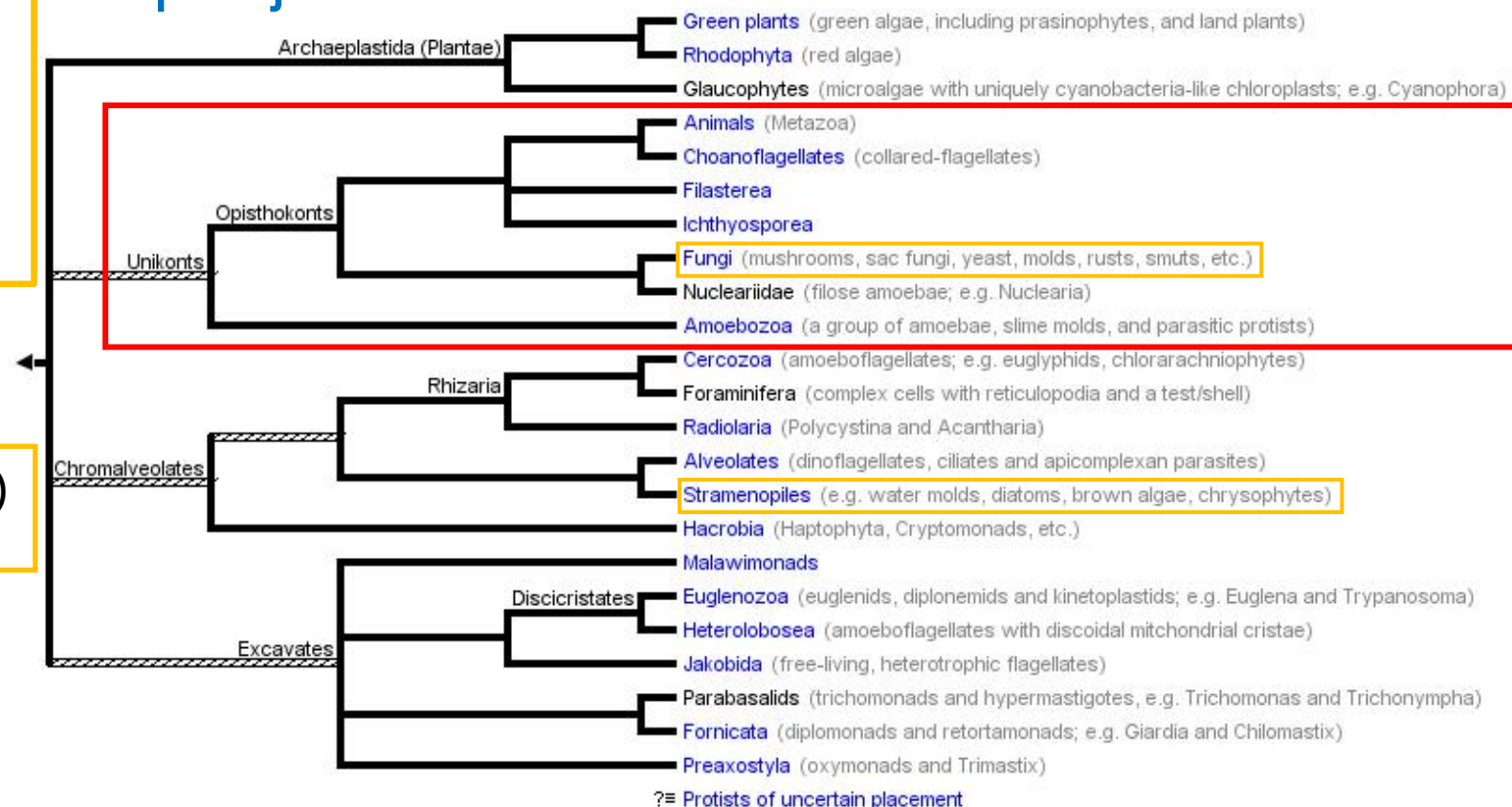
Straminopiles (Oomyceten: "Waterschimmels")

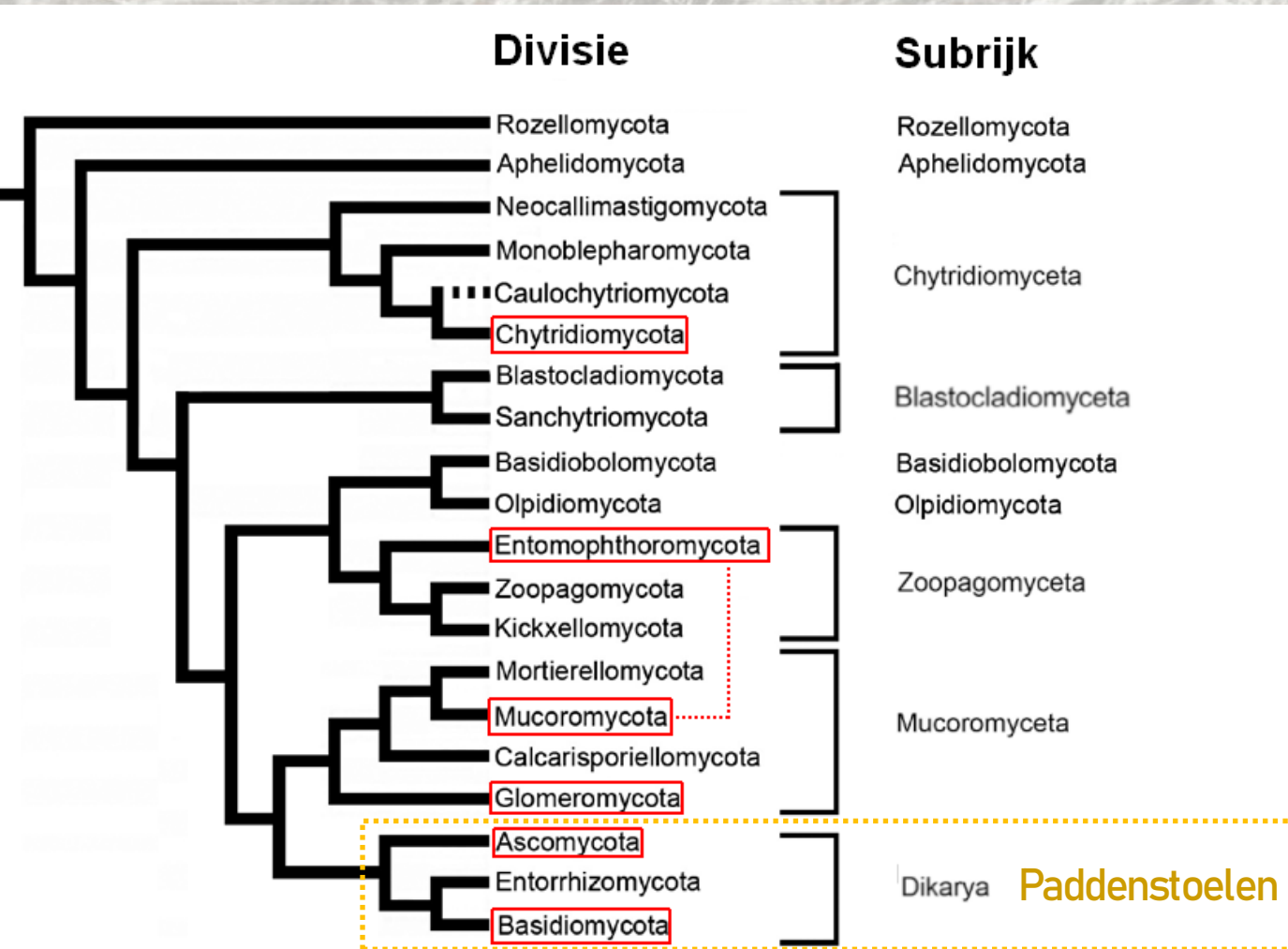
vb: Tabaksziekte, Aardappelziekte

Campbell et al. (2015): de vele groepen in dit rijk (en andere "nieuwe" rijken) worden niet in detail behandeld...

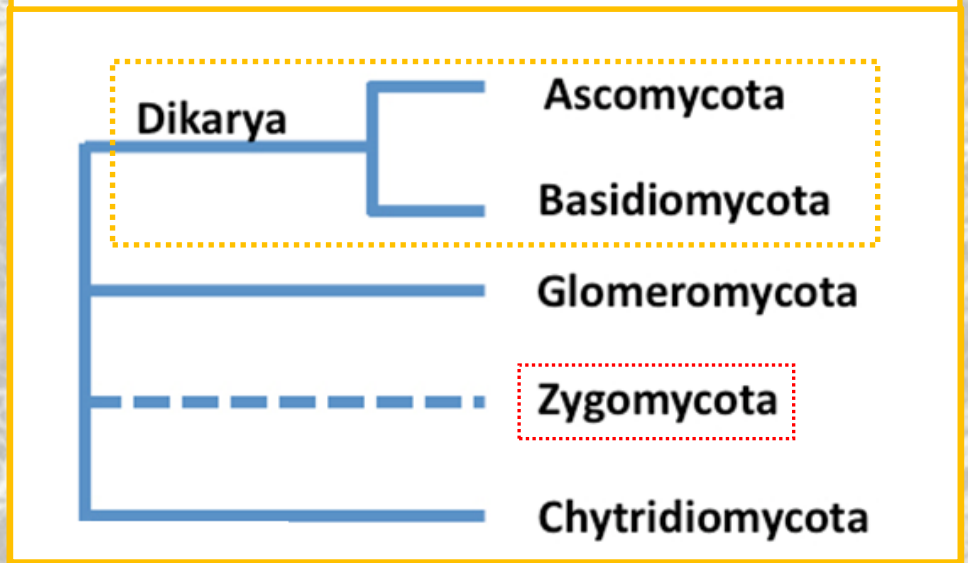


4 superrijken:





Fungi (5 stammen volgens Campbell, 2015)



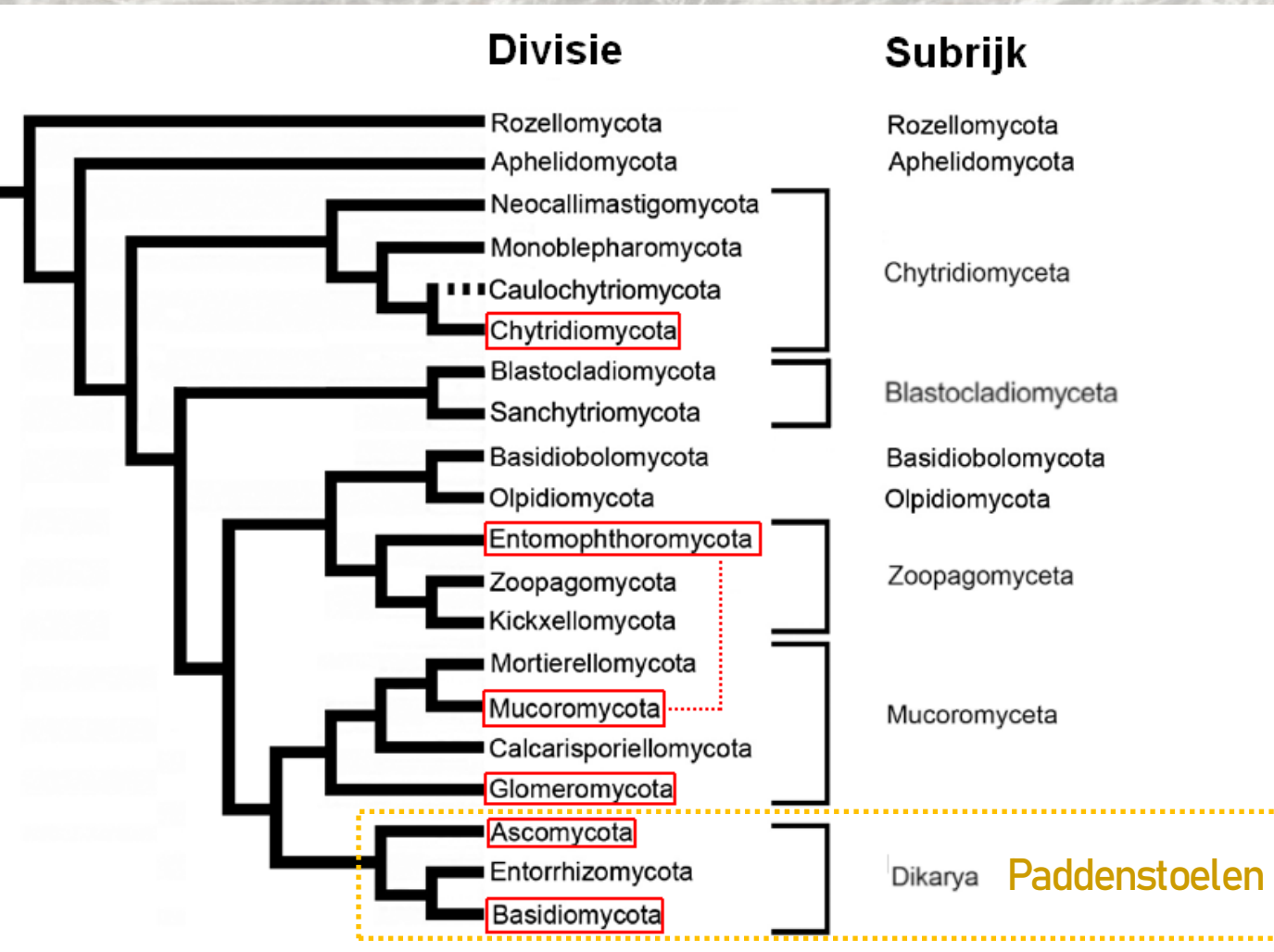
Uit: Campbell et al. (2015). *Biology. A Global Approach. Tenth Edition*. Pearson Education Ltd.

Rijk **FUNGI** (ware schimmels, behorend tot het domein van de Eukaryota, ca. 100.000 beschreven soorten)

Subrijk **Dikarya** (schimmels die stadia kennen met twee haploïde celkernen per cel/hyfecompartiment,

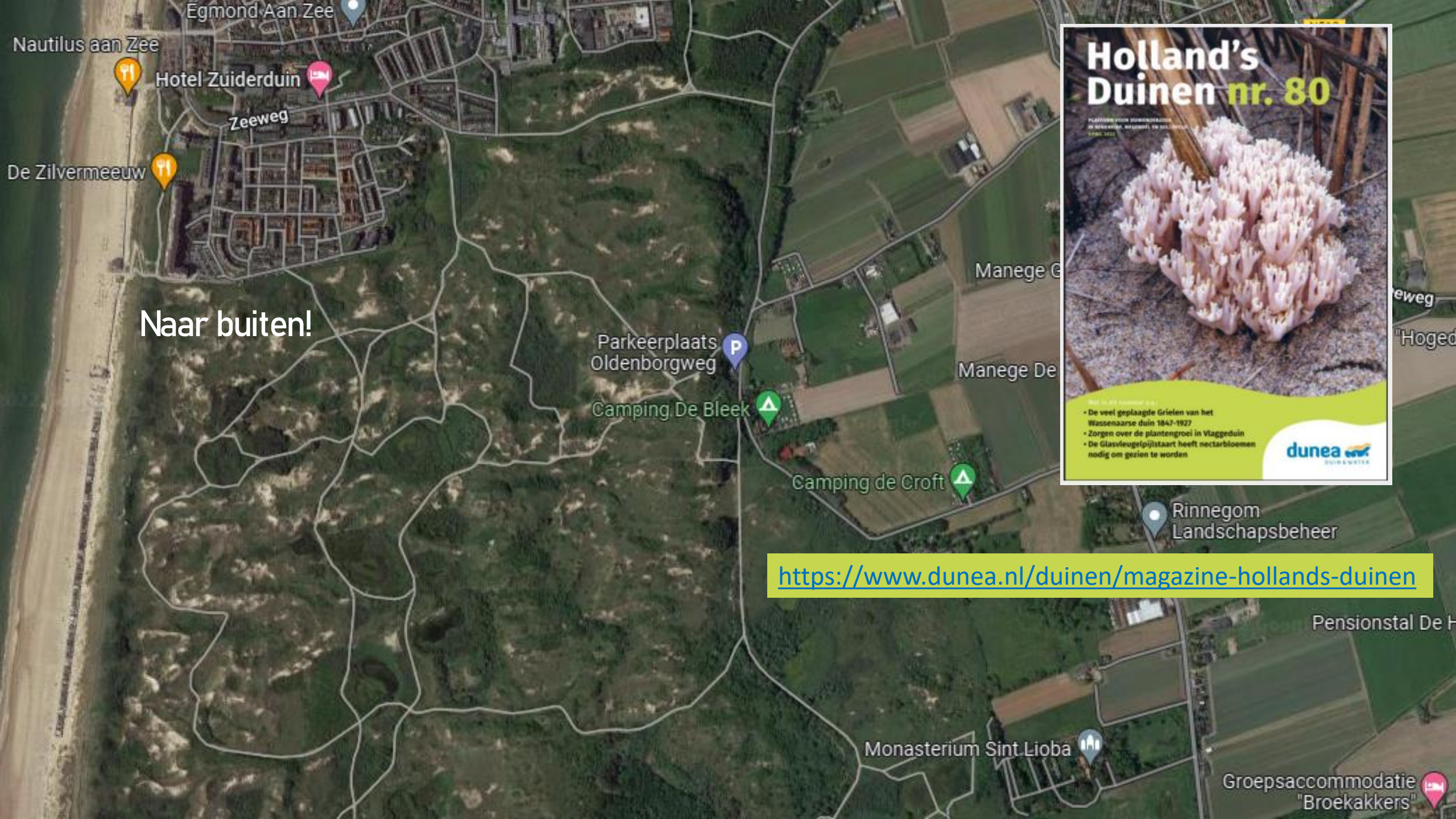
Divisie **Ascomycota** ("zakjeszwammen", ca. 64.000 soorten in 6355 genera)

Divisie **Basidiomycota** ("steeltjeszwammen", 32.000 soorten in 1600 genera)



Cladogram van de subrijken en divisies binnen de Fungi op basis van de classificatie van Tedersoo *et al.* (2018) en aangevuld met de inzichten van Naranjo-Ortiz & Gabaldón (2019, 2020), Chang *et al.* (2021), Galindo *et al.* (2021) en de *whole-genome* fylogenie van JGI DOE Mycocosm (<https://mycocosm.jgi.doe.gov/mycocosm/home>, geraadpleegd op 6-11-2021; Grigoriev *et al.*, 2014). Figuur uit Tichelaar (2020, dissertatie), bewerkt door Q. Holzapfel (2021).






Naar buiten!

Holland's Duinen nr. 80

PLAATSEN VOOR INWONERS
DE WASSENAARSE DUINEN, 1847-1927
1998-2022



- De veel geplaagde Grielen van het Wassenaarse duin 1847-1927
- Zorgen over de plantengroei in Vlaggeduin
- De Glasvleugelpijlstaart heeft nectarbloemen nodig om gezien te worden

dunea
DUIN & WATER

<https://www.dunea.nl/duinen/magazine-hollands-duinen>

Paddenstoelen van de zeereep



witte duinen



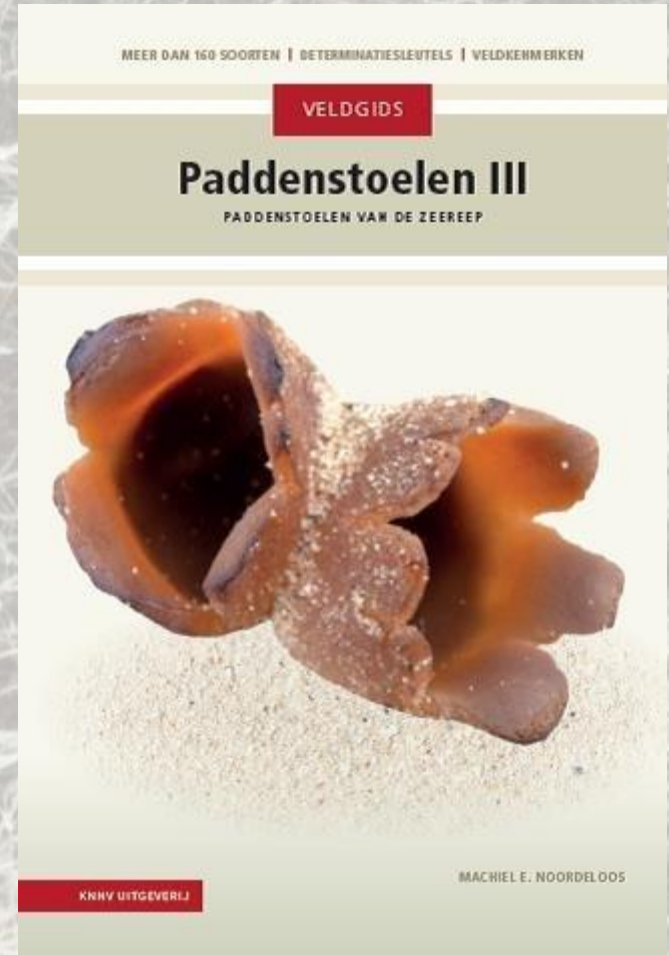
grijze duinen



Duinfranjarahed



Zeeduinchampignon



Paddenstoelen van de zeereep

witte duinen



Duinstinkzwam



Zandtulpje

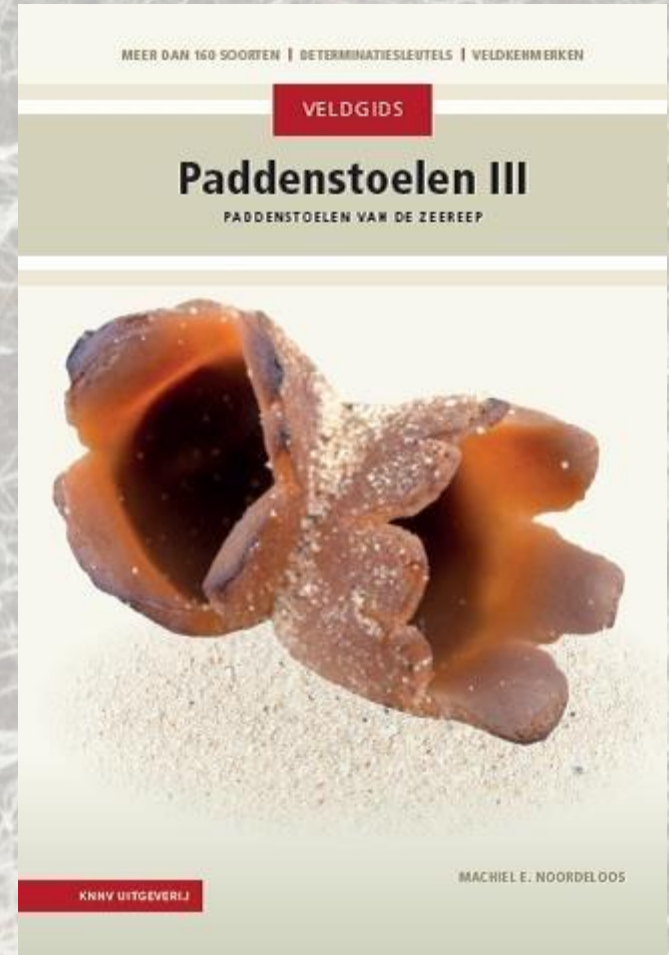
grijze duinen



Gesteelde stuifbal



Brede aardtong



Paddenstoelen van de zeereep

www.mycologen.nl/onderzoek/meetnet/

NDFV Verspreidingsatlas

www.verspreidingsatlas.nl/projecten/nmv/zeereep/

NMV Kilometerhokken voor het Verspreidingsonderzoek Zeereppaddenstoelen 2021

2021

Bekijk de gegevens van eerdere jaren: > [2016](#) [2017](#) [2018](#) [2019](#) [2020](#)

Kaart

Satelliet

OSM

TopKaart

Grijs

Relief

Infrarood

Bonne (1949)



Westbeer



Nog te reserveren hokken: 769 Eénmaal gereserveerd: 34 Tweemaal gereserveerd: 0 Lijsten ontvangen: 0